

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as First Class Mail on the date indicated above and is addressed to:

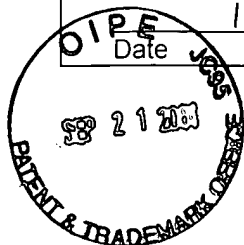
Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Jeffrey Slusher

(Typed or printed name of person mailing paper or fee)

Jeffrey Slusher
(Signature of person mailing paper or fee)

17 September 2001
Date



PATENT APPLICATION

Docket No. POS-MAETNING

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): OLSSON, Johan

Group Art Unit: 2832

Serial No.: 09/919,689

Examiner:

Filed: 30 July 2001 (31 July 2001 on filing receipt in error)

Title: METHOD AND ARRANGEMENT FOR DETERMINING THE POSITION
OF AN ELECTROMAGNETIC ACTUATOR

COMMISSIONER FOR PATENTS
Washington, D.C. 20231

RECEIVED
SEP 25 2001
JIC 2832 MAIL ROOM

TRANSMITTAL LETTER FOR PRIORITY DOCUMENT

Sir:

This application claims priority of Swedish Patent Application No. 0002796-1. An official copy of this priority application, that is, the priority document, is enclosed.

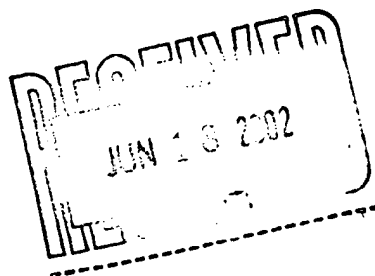
Date: 17 September 2001

Respectfully submitted,

Jeffrey Slusher

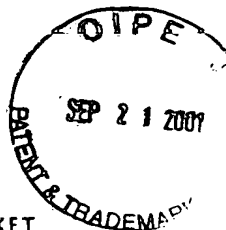
34825 Sultan-Startup Rd.
Sultan, WA 98294
Phone & fax: (360) 793-6687

Jeffrey Slusher
Reg. No. 34,729
Attorney for the Applicant(s)



PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen



Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.

(71) Sökande Swedish Control Systems AB, Åmål SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0002796-1
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2000-07-28
Date of filing

Stockholm, 2001-07-17

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office


Hjärdís Segerlund

Avgift
Fee 170:-

RECEIVED
SEP 25 2001
1C 2800 MAIL ROOM

METOD FÖR POSITIONSMÄTNING AV ELEKTROMAGNETISK AKTUATOR

Föreliggande uppfinning avser en metod för avläsning av läget i en linjär elektromagnetisk aktuator som fungerar enligt talspole-principen.

5

TEKNIKENS STÄNDPUNKT

Det är tidigare känt att positionsmätning av elektromagnetisk aktuator där den rörliga delen består av en jämringsanordning att påverkas av det av en elektriskt spoleaktiverade magnetiskt korn
Åstadkommas genom analys av spolens induktans. Ett exempel på denna metod visas i US5172298.

- 10 En ofrånkomligt nackdel med denna metod är att den relativa induktansvariationen är låg vilket även den absoluta noggrannheten blir låg vilket är en nackdel om god precision önskas. I US5172298 föreslås även att spolen kan delas upp på en drivande spole och en mätande spole, vilket är en ytterligare nackdel eftersom det leder till en ökad komplexitet.

För att åstadkomma en snabb positionering av exempelvis en bärddisk pick-up visas i US4937510

- 15 hur man med analog elektronik kan analysera den av spolens hastighet inducerade emk och därmed kunna mäta spolens hastighet. Den absoluta positioneringen bygger här av komplicerade principer och mätningen av hastigheten är endast avsedd att användas till hastighetsregulator med begränsad bandbredd. Samma typ av hastighetsöverföring har även använts för att hastighetsregulera spolen i högtalare men ofta genom att ha en andra dedicerad mätspole i anslutning till den drivande spolen.

- 20 Ingen av dessa två metoder har kapacitet att lämna ett absolut värde på aktuatorns position. I PCT/SE98/01564 visas hur ytterligare en aktuatorprincip kan föras med positionsmätning, genom mätning av induktansvariationer härledda ur ömsesidig induktans skapad av den i aktuatortypen ingående transformatorn, principen bygger dock på en komplex struktur vad gäller både drivning av aktuatorn och analys av aktuatorns läge, vilket i vissa applikationer inte är önskvärt.

25

KORT BESKRIVNING AV UPPFINNINGEN

Uppfinningen har till ändamål att lösa ovan nämnda problem, för att erhålla en snabb och noggrann positionsmätning av läget av den rörliga spolen i en linjär aktuator baserad på talspoleprincipen. Detta

ändamål uppnås med en metod för drivning och positionsmätning av en aktuator, omfattande att av

- 30 en permanentmagnet magnetiserat gap i vilket en talspole är anordnad att röra sig mellan två ändlägen där mängden kärnmaterial som omsluts av talspolen varierar med läget, varvid talspolen är ansluten till en kontrollerbar strömkälla kännetecknad av att talspolens medelström kan styras vilket kontrollerar aktuatorns kraft samt att en växelströmskomponent kan genereras genom vilken kretsens fäsvridning kan mätas vilket ger ett mått på talspolens läge i förhållande till

- 35 kärnmaterialen.

Genom den uppfinningsenliga metoden erhålles ett verktyg som möjliggör användandet av talspoleprincipen i nya applikationer. Talspoleprincipen kännetecknas i sig av att erbjuda en snabb dubbelriktad kraftfulla med stor dynamik. När denna princip kompletteras med en enkel och exakt metod för positionsmätning skapas nya applikationsområden.

9

Positionsinformationen är avsedd att användas i ett antal olika system.

Ett exempel är återföring av läge i ett positionsreglerat system. Ytterligare ett exempel är att eliminera behovet av ändlägesbrytare. Ytterligare ett exempel är diagnostiska funktioner för analys och kontroll av aktuatorns funktion.

10

Talspolen drivs av en strömkälla som kan dels kontrollera modelströmmen genom talspolen dels skapa en växelströmskomponent. Modelströmmen ger kontroll över den kraft talspolen skall utveckla och växelströmskomponenten ger möjlighet att analysera talspolens induktans. Talspolens induktans kan fås att variera kraftigt med läget genom att låta del av talspolen lämna innerkärnan då talspolen befinner sig i sitt yttersta läge.

15

Enligt ytterligare aspekter på uppfinningen gäller att:

-strömkällan består av ett eller flera switchande element (17) som anbringar spänning till talspolen (3) på ett sådant sätt att det momentana strömvärdet genom talspolen (3) fås att svänga mellan två kontrollerbara gränsvärden vilket leder till att frekvensen av denna svängning är ett mått på positionen av talspolen.

20

- positionsvärdet från talspolens (3) läge kopplas till en positionsregulator (11) som i sin tur styr modelströmmen genom talspolen (3) och därigenom bildar en återkopplad positionsregulator.

- genom mätning av talspolens temperatur bildas en kompensationsfaktor för kompensering av måtfel som skapas av temperaturförändringar i talspolen (3).

25

Övriga fördelar uppfinningen framgår av den efterföljande beskrivningen av utföringsexempel.

30

FIGURFÖRTECKNING

Beskrivningen av utföringsexempel sker med hänvisning till figurer, i vilka:

Figur 1, visar i en genomskärning av en cirkulär aktuator.

Figur 2 visar ett principiellt elschema av ett exempel av utförandeform av drivelektronik.

35

Figur 3 visar ström/tid och position/tid diagram för en aktuator under rörelse från sitt innersta till sitt yttersta läge

BESKRIVNING AV UTFÖRINGSEXEMPEL

- I figur 1 visas en genomskärning av en cylindrisk linjär aktuator med permanentmagnet (2), järnkärna (1), ytterring (5) och talspole (3) där talspolen drivs av strömbalken (7). Då talspolen (3) rör sig utåt i riktning från järnkärnan (1) kommer dess induktans att minska i motsvarande mån eftersom den del av järnkärnan (1) som omsluts av spolen minskar. Om längdförhållandena mellan längd av luftgap (6) och slaglängd och spolvänd är 1:1:2 kommer induktansvariationerna att nå nära 50%, vilket ger goda förutsättningar att nå stora induktansvariationer och därmed ladda av spolen med god noggrannhet. Det råder en kompromissituation mellan slaglängd och effektivitet eftersom ökad slaglängd leder till ökad andel av spolen som inte befinner sig i luftgapet (6) och därmed inte utvecklar kraft i samma utsträckning. En viss kraft kommer att genereras eftersom den magnetiska flödestätheten avtar gradvis med ökande avstånd från luftgapet (6).
- Figur 2 visar en analog lösning av den uppfinningsenliga metoden där talspolen (3) drivs av strömmen en positiv eller negativ spänning via två switchtransistorer (17) försedda med frihjulslindrar (8).
- Kraftreglering sker genom att konstruktionen självsvänger mellan två strömnivåer, återgiven i fig. 3, som bestäms av komparatorn (14) och dess hysteres, här styrd med hjälp av två dioder (13). Drivning av switchtransistorer sker genom inverteraren (18) som tillser att antingen den ena eller den andra switchtransistorn (17) leder samt transistordrivstegen (16). När den momentana strömmen, representerad av spänningen från förstärkaren (15), överstiger nivån som är satt av positionsregulatorn (11) plus komparators hysteres slås den positiva drivtransistorn av och den negativa på. När den momentana strömmen understiger nivån från positionsregulatorn minus komparators hysteres slås den negativa transistor av och den positiva på. Frekvensen med vilken detta sker beror dels på komparators (14) hysteres, som är konstant, dels på strömdrivkraften för strömmen genom talspolen (3) som är en funktion av aktuell induktans som i sin tur beror av läget.
- Detta medför att den frekvens till spänningskonverter (12) som förbinder komparators (14) utgång med positionsregulators (11) minus ingång ger värdet av positionen (10). Medelströmmen som bildas är således lika med nivån som levereras av positionsregulatorn (11) till komparatorn (14). Frekvensen som här mäts och representerar position kommer dock även att påverkas av andra oönskade faktorer. Då pulskvoten för drivning av talspolen minskar sig 1 kommer talspolens reaktiva egenskaper att dominera vilket försvårar mätning. Viss kompensering för detta kan givetvis implementeras men i de flesta fall kan problemet lösas genom att dimensionera drivspänning och DC-resistans hos talspolen så att pulskvoten aldrig behöver nå kritiska nivåer.
- Talspolens hastighet kommer att inducera mot-EMK vilket i sin tur momentant kan störa kretsens frekvens. Även detta problem kan lösas i de allra flesta applikationer, inom ramen för den uppfinningsenliga metoden genom anpassning av förhållandena mellan t.ex. drivspänning, tråddiameter och antal trådvarv i talspolen.

Ovanstående utföringsexempel baserar sig på en induktansbaserade självsvänging där induktansen ändras av talspolens läge. Man kan inom ramen för den uppfinningsenliga metoden ställa sig andra lösningar såsom exempelvis att låta aktuatorns kraft styras av en H-brygga där pulsen styr avlämnad kraft men med konstant frekvens samt att vid varje tillfälle H-bryggan byts av och talspolens lagrade energi laddas ur, exempelvis strömderivatans vilket är ett mått på talspolens induktans.

Ytterligare ett utföringsexempel är att låta talspolens ström styras av en kretsutrustning som kontrollerar aktuatorns kraftutslag med en överlagrad sinusformad växelspänning av konstant amplitud där fasvridning mellan sagda växelspänning och växelströmmens som drifkraften bildas genom talspolen kan mätas och positionen avläsas.

Om viss applikation har stora krav på absolut positionsmätning kan variationer i talspolens resistivitet orsakade av temperaturförändringar i talspolens påverkan motreduceras negativt. Det finns då möjlighet att mäta resistansen genom att beräkna kvoten av medelvärdet av strömen och spänning genom talspolen vilket i sin tur kan användas för kompensering av positionsförändring. Ytterligare en metod är att förse talspolen med en temperaturgivare för samma ändamål.

Uppfinningen är inte begränsad av det ovan beskrivna utan kan varieras inom ramen för de efterföljande patentkraven. Således innes exempelvis att den magnetiska kretsen kan konstrueras på många olika sätt där ingående permanentmagneter och kärntaljer kan varieras både i antal, form och placering. Även utföranden där en och samma permanentmagnet används för att driva flera olika luftgap med tillhörande talspole är möjligt inom ramen för den uppfinningsenliga metoden. Vidare kan den elektronik som används för avläsning av fasvridning implementeras på valfritt sätt utan att frångå den uppfinningsenliga metoden. Ej heller är det nödvändigt att aktuatorns tvärsnitt är cirkulärt, såsom det angetts i exempen ovan.

2008-07-28

Huvudfoxen Kassan

5

PATENTKRÄV

1. Metod för drivning och positionsmätning av en aktuator, omfattande ett av en eller flera
5 permanentmagneter (2) magnetiserat gap (6) i vilket en talspole (3) är anordnad att röra sig mellan
två ändlägen där mängden kärnmateriäl (1) som omsluts av talspolen varierar med läget, varvid
talspolen (3) är ansluten till en kontrollerbar strömkälla (7) *kännetecknad av* att talspolens
medelström (Ispole) kan styras vilket kontrollerar aktuatorns läge samt att en växelströmskomponent
kan genereras genom vilken kreteas fäsvridning kan mätas vilket ger ett mått på talspolens läge i
10 förhållande till kärnmaterialet (1).
2. Metod för drivning och positionsmätning av aktuator enligt patentkrav 1
kännetecknad av att strömkällan består av ett eller flera växlande element (17) som
anbringar spänning till talspolen (3) på ett sådant sätt att det momentana strömvärdet genom
15 talspolen (3) förs att svänga mellan två kontrollerbara gränsvärden vilket leder till att frekvensen av
sagda svängning är ett mått på positionen av talspolen.
3. Metod för drivning och positionsmätning av aktuator enligt patentkrav 1 eller 2
kännetecknad av att positionsvärdet från talspolens (3) läge kopplas till en
20 positionsregulator (11) som i sin tur styr medelströmmen genom talspolen (3) och därigenom bildar en
återkopplad positionsregulator.
4. Metod för drivning och positionsmätning av aktuator enligt patentkrav 1
kännetecknad av att genom mätning av talspolens temperatur bildas en
25 kompensationsfaktor för kompensering av mätfel som skapas av temperaturförändringar i talspolen
(3).

2000-07-28

6

Huvudfaxen Kassen

SAMMANDRAG

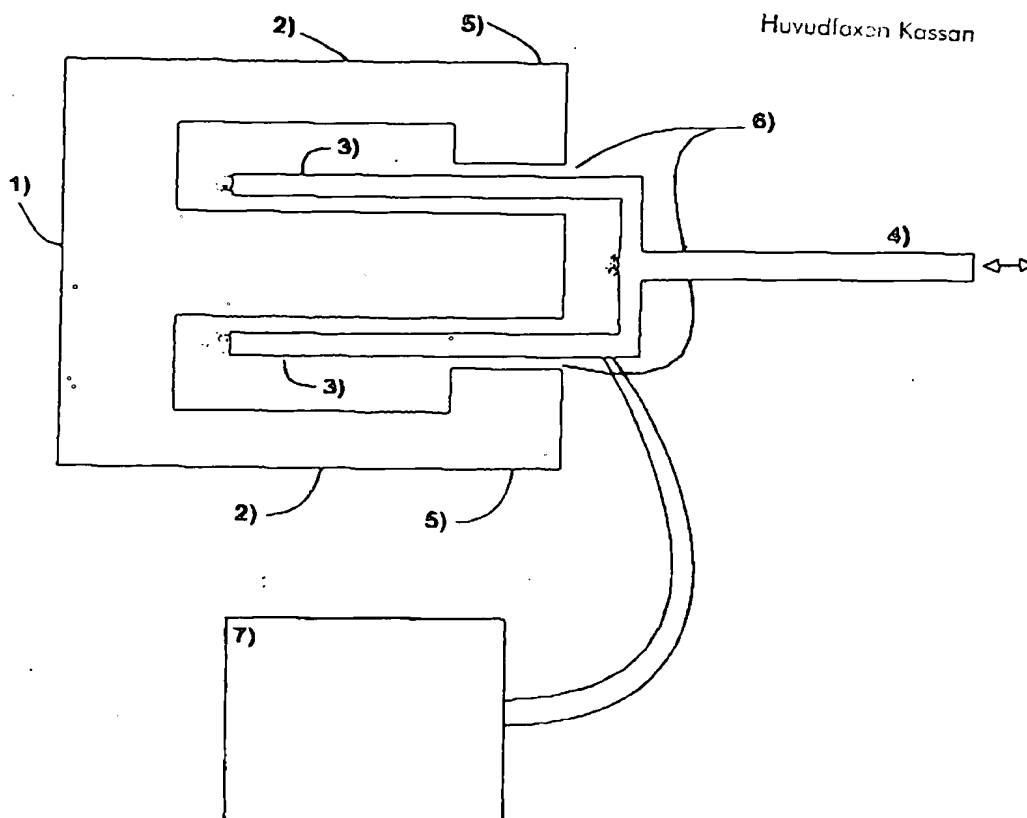
- Uppfinningen avser en metod för drivning och positionsmätning av elektromagnetisk aktuator som fungerar enligt talspoleprincipen. Aktuatoren innefattar en stationärt anordnad kärna (1), en permanentmagnet (2) som bildar ett luftgap (6) där ett konstant magnetfält bildas genom vilket en axiellt rörlig talspole är anordnad att i sitt yttre läge delvis lämna kärnan (1) vilket leder till en stor ändring av talspolens induktans då den rör sig mellan sina ändlägen. Talspolen är ansluten till en kontrollerbar strömkälla som både kan kontrollera medelströmmen och en växelströmskomponent genom talspolen vilket ger möjlighet att samtidigt som kraften kan styras så kan kraftens förvrängning analyseras vilket ger ett mått på induktansen i talspolen och därmed även ett mått på talspolens läge.

1/2

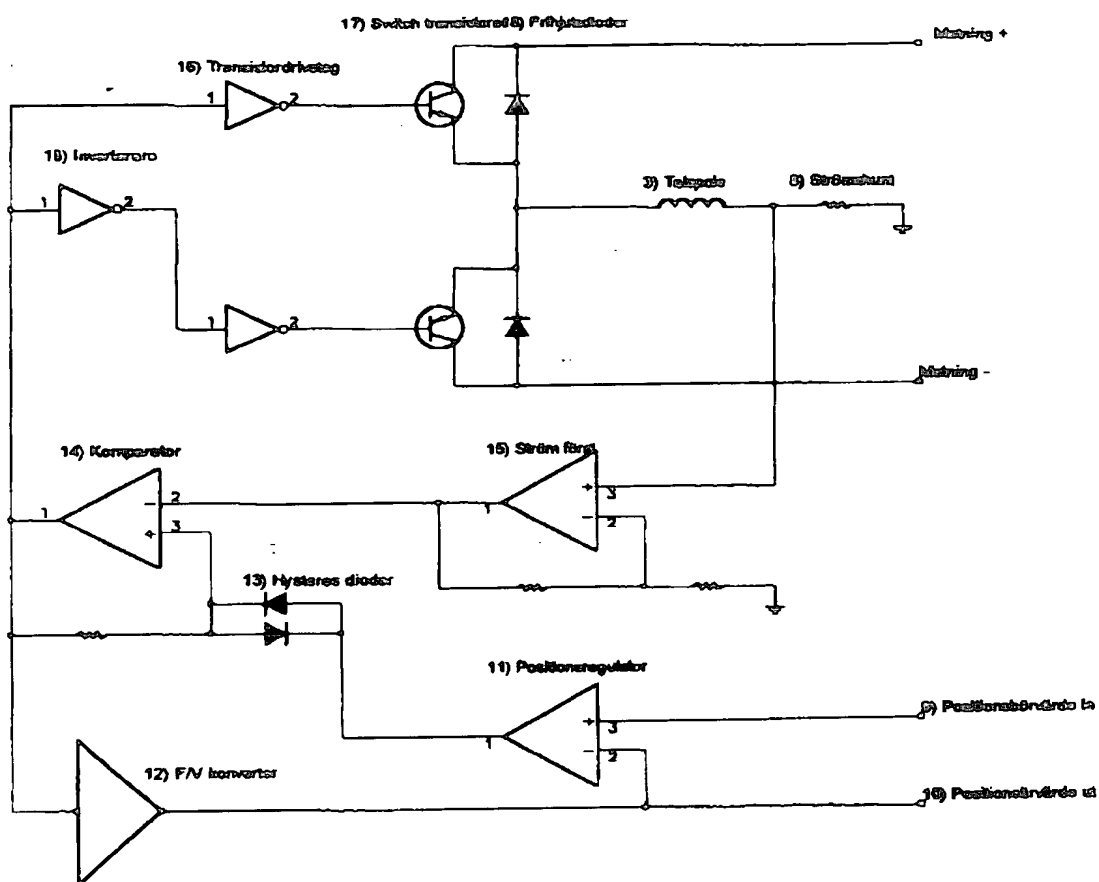
Ink. t. Patent- och reg.verket

2000-07-28

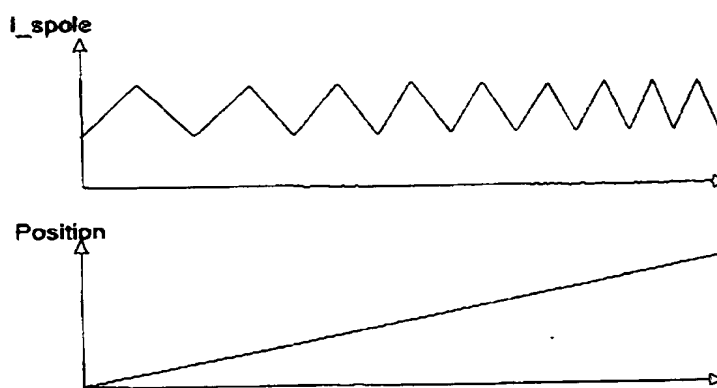
Huvudfaxen Kassan



(Fig. 1)



(Fig. 2)



(Fig. 3)